

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001320003 A**

(43) Date of publication of application: **16.11.01**

(51) Int. Cl.

H01L 23/38

(21) Application number: **2000139573**

(22) Date of filing: **12.05.00**

(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**

(72) Inventor: **KATAYAMA TAKUMA**

(54) **SEMICONDUCTOR DEVICE**

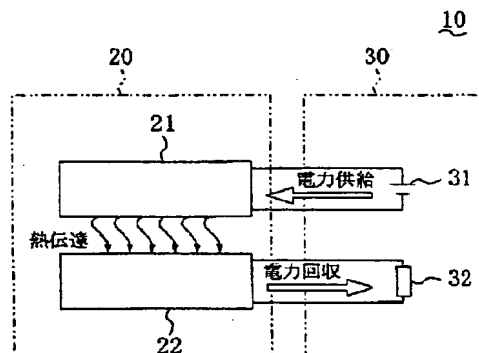
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a compact and reliable semiconductor device that has no noise, and at the same time saves electric power extremely.

SOLUTION: A semiconductor device 10 is composed of an electronic device 20, and an electronic circuit 30 containing a power supply 31 and an electronic component 32. The electronic device 20 includes an electronic function element 21 that achieves a specific function by an electric power or an electric signal that is supplied from the electronic circuit 30, and a thermoelectric conversion element 22 that is provided closely to the electronic function element 21 and converts heat energy that is generated by the electronic function element 21 to electric one. The heat energy that is generated by the electronic function element 31 is transferred to the thermoelectric conversion element 22, and the thermoelectric conversion element 22 converts the transferred heat energy to the electric

one for feeding back to the electronic component 32 in the electronic circuit 30 as the electric power.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-320003

(P2001-320003A)

(43) 公開日 平成13年11月16日 (2001. 11. 16)

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード (参考)

H 0 1 L 23/38

H 0 1 L 23/38

5 F 0 3 6

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-139573 (P2000-139573)

(22) 出願日 平成12年5月12日 (2000. 5. 12)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 片山 ▲琢▼磨

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

(74) 代理人 100077931

弁理士 前田 弘 (外1名)

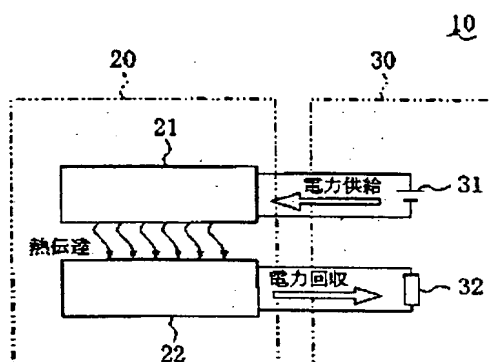
Fターム (参考) 5F036 AA01 BA04 BA24 BA32 BD01
BF05

(54) 【発明の名称】 半導体装置

(57) 【要約】

【課題】 小型及び無騒音で高信頼性を有しながら半導体装置の省電力化を積極的に図る。

【解決手段】 本発明の半導体装置10は、電子デバイス20と、電源31及び電子部品32を含む電子回路30とから構成されている。電子デバイス20は、電子回路30から供給される電力又は電気信号により所定の機能を作成する電子機能素子21と該電子機能素子20と密着して設けられ、電子機能素子21が発する熱エネルギーを電気エネルギーに変換する熱電変換素子22を含む。電子機能素子31が発する熱エネルギーは熱電変換素子22に伝達され、該熱電変換素子22は伝達された熱エネルギーを電気エネルギーに変換して電力として電子回路30の電子部品32に帰還させる。



(2)

特開2001-320003

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電気エネルギー供給手段から電気エネルギーを受けることにより所望の機能を達成する電子機能素子を含む機能手段と、

前記機能手段が発する熱エネルギーを電気エネルギーに変換する熱電変換手段と、

変換した電気エネルギーを回収し、回収した電気エネルギーを前記電力エネルギー供給手段に帰還させる電気エネルギー回収手段とを備えていることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 前記熱電変換手段は前記機能手段と密着するように設けられていることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。

【請求項3】 前記電子機能素子は半導体集積回路素子であることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。

【請求項4】 前記電子機能素子は半導体発光素子であることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。

【請求項5】 前記熱電変換手段はゼーベック素子からなることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の半導体装置。

【請求項6】 前記ゼーベック素子は、ビスマス、鉛又はテルルを含む半導体からなることを特徴とする請求項5に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、消費電力を低減可能な半導体装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、情報処理機器や通信機器の目覚ましい進展に伴い、電子デバイスを搭載した半導体装置の高速化及び高集積化が加速度的に進行している。その一方で半導体装置の消費電力の増大が深刻化している。社会生活のあらゆる場面で非常に多くの電子機器が利用されている今日では、個々の半導体装置の消費電力の増大が体として膨大なエネルギー消費を招き、その環境への負担は計り知れない程大きい。

【0003】 また、急速に進む電子機器のモバイル化と観点から、バッテリーの負荷を低減して長時間の使用えられるようにするという省電力化は非常に大きな課題である。電子デバイスにより消費された電力の大部分はエネルギーとなってデバイスの外部に放出される。消費電力の増大は発熱量の増大に直結するため、電子デバイス自体、又は電子デバイスにより構成される電子機器に大きな悪影響を及ぼす危険性が高まっている。

例えば、温度上昇が引き起こす素子性能の変動、熱暴走、金属材料の腐食促進による故障又は熱応力による断線若しくは機械的破損等が懸念される。これらを回避するため、発熱量が大きい電子機器は何らかの冷却手段を備えている場合が多い。具体的には、例えば、電子デバイスに放熱用ファン等を設けることによって放熱効率を

2

高めたり、電動ファンを用いた強制空冷や液体を用いた液冷、ヒートパイプを用いて熱交換を促進したりする等の手法が採られている。

【0004】 また、電子デバイスの新しい冷却方式として、熱電変換素子の活用が注目されている。従来の熱電変換素子は、熱電対に代表される温度センサが主な用途であった。しかしながら、半導体集積回路又は半導体レーザ装置等を中心に、熱電変換素子をより能動的に用いた小型の電子冷却手段を実現する試みが盛んである。代表的なものは、特開平4-12558号公報等に開示されているベルチェ素子を用いる手法である。ベルチェ素子は熱電変換素子の一種で、2種類以上の導体又は半導体が接続した接点を持つ電気回路により構成され、外部電源から電流が供給されるとベルチェ効果によって吸熱作用を発現する冷接点と発熱作用を発現する温接点とが現われる熱輸送機能を持つ素子である。この冷接点を電子デバイスの発熱部に接近又は接触させることにより、電子デバイスが発する熱エネルギーを吸熱し、半導体装置の冷却を行なう構成である。上記の公報では、このベルチェ素子をリードフレームのダイパットと兼用する冷却機構を備えた小型化が可能な半導体装置を開示している。

【0005】 また、他の熱電変換素子を用いた電子デバイスの冷却の従来例として、特開平9-92761号公報に開示された半導体装置が挙げられる。この公報はベルチェ素子の代わりにゼーベック素子を用いている。ゼーベック素子も熱電変換素子の一種であり、ベルチェ素子とは逆に2種類以上の導体又は半導体の2つの接点間の温度差によって起電力を発生して外部回路に電気エネルギーを供給する。本公報は、ゼーベック素子をLSIに搭載し、LSI自体の発熱による起電力でマイクロファンを駆動してLSIを冷却するという冷却機能の自動制御性を実現している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前記従来の半導体装置は、電子デバイス個々の局所的な冷却には有効でも、これらで構成される電子機器全体の使用環境や省電力性の点で問題がある。また、放熱用ファンの付設、電動ファンによる強制空冷、液冷又はヒートパイプによる熱交換等の冷却手段は、装置の容積の増大、騒音及び冷却系の低い信頼性等の問題がある。

【0007】 一方、特開平4-12558号公報のベルチェ素子を用いた冷却方式は、これらの問題は解決されるが、ベルチェ素子自体を駆動するのに電気エネルギーの供給が必要で余計な電力消費が伴うため、装置全体としては消費電力がさらに増大するという重大な欠点がある。

【0008】 また、特開平9-92761号公報は、ベルチェ素子の代わりにゼーベック素子を用いており、外部からのエネルギーの供給が不要となる利点はあるが、

(2)

特開2001-320003

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 電気エネルギー供給手段から電気エネルギーを受けることにより所望の機能を達成する電子機能素子を含む機能手段と、
前記機能手段が発する熱エネルギーを電気エネルギーに変換する熱電変換手段と、

変換した電気エネルギーを回収し、回収した電気エネルギーを前記電力エネルギー供給手段に帰還させる電気エネルギー回収手段とを備えていることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 前記熱電変換手段は前記機能手段と密着するように設けられていることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。

【請求項3】 前記電子機能素子は半導体集積回路素子であることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。

【請求項4】 前記電子機能素子は半導体発光素子であることを特徴とする請求項1に記載の半導体装置。

【請求項5】 前記熱電変換手段はゼーベック素子からなることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の半導体装置。

【請求項6】 前記ゼーベック素子は、ビスマス、鉛又はテルルを含む半導体からなることを特徴とする請求項5に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、消費電力を低減可能な半導体装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、情報処理機器や通信機器の目覚ましい進展に伴い、電子デバイスを搭載した半導体装置の高速化及び高集積化が加速度的に進行している。その一方で半導体装置の消費電力の増大が深刻化している。社会生活のあらゆる場面で非常に多くの電子機器が利用されている今日では、個々の半導体装置の消費電力の増大が全体として膨大なエネルギー消費を招き、その環境への負担は計り知れない程大きい。

【0003】また、急速に進む電子機器のモバイル化という観点から、バッテリーの負荷を低減して長時間の使用に耐えられるようにするという省電力化は非常に大きな課題である。電子デバイスにより消費された電力の大部分は熱エネルギーとなってデバイスの外部に放出される。消費電力の増大は発熱量の増大に直結するため、電子デバイス自体、又は電子デバイスにより構成される電子機器に甚大な悪影響を及ぼす危険性が高まっている。例えば、温度上昇が引き起こす素子性能の変動、熱暴走、金属材料の腐食促進による故障又は熱応力による断線若しくは機械的破損等が懸念される。これらを回避するため、発熱量が大きい電子機器は何らかの冷却手段を備えている場合が多い。具体的には、例えば、電子デバイスに放熱用フィン等を設けることによって放熱効率を

高めたり、電動ファンを用いた強制空冷や液体を用いた液冷、ヒートパイプを用いて熱交換を促進したりする等の手法が採られている。

【0004】また、電子デバイスの新しい冷却方式として、熱電変換素子の活用が注目されている。従来の熱電変換素子は、熱電対に代表される温度センサが主な用途であった。しかしながら、半導体集積回路又は半導体レーザー装置等を中心に、熱電変換素子をより能動的に用いた小型の電子冷却手段を実現する試みが盛んである。代表的なものは、特開平4-12558号公報等に開示されているベルチェ素子を用いる手法である。ベルチェ素子は熱電変換素子の一種で、2種類以上の導体又は半導体が接続した接点を持つ電気回路により構成され、外部電源から電流が供給されるとベルチェ効果によって吸熱作用を発現する冷接点と発熱作用を発現する温接点とが現われる熱輸送機能を持つ素子である。この冷接点を電子デバイスの発熱部に接近又は接触させることにより、電子デバイスが発する熱エネルギーを吸熱し、半導体装置の冷却を行なう構成である。上記の公報では、このベルチェ素子をリードフレームのダイパットと兼用する冷却機構を備えた小型化が可能な半導体装置を開示している。

【0005】また、他の熱電変換素子を用いた電子デバイスの冷却の従来例として、特開平9-92761号公報に開示された半導体装置が挙げられる。この公報はベルチェ素子の代わりにゼーベック素子を用いている。ゼーベック素子も熱電変換素子の一種であり、ベルチェ素子とは逆に2種類以上の導体又は半導体の2つの接点間の温度差によって起電力を発生して外部回路に電気エネルギーを供給する。本公報は、ゼーベック素子をLSIに搭載し、LSI自体の発熱による起電力でマイクロファンを駆動してLSIを冷却するという冷却機能の自動制御性を実現している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記従来の半導体装置は、電子デバイス個々の局所的な冷却には有効でも、これらで構成される電子機器全体の使用環境や省電力性の点で問題がある。また、放熱用フィンの付設、電動ファンによる強制空冷、液冷又はヒートパイプによる熱交換等の冷却手段は、装置の容積の増大、騒音及び冷却系の低い信頼性等の問題がある。

【0007】一方、特開平4-12558号公報のベルチェ素子を用いた冷却方式は、これらの問題は解決されるが、ベルチェ素子自体を駆動するのに電気エネルギーの供給が必要で余計な電力消費が伴うため、装置全体としては消費電力がさらに増大するという重大な欠点がある。

【0008】また、特開平9-92761号公報は、ベルチェ素子の代わりにゼーベック素子を用いており、外部からのエネルギーの供給が不要となる利点はあるが、

装置のサイズや騒音の問題が残る上に、LSIの冷却を目的としていることから、装置全体の省電力化を積極的に図る構成ではない。

【0009】本発明は、前記従来の問題に鑑み、小型及び無騒音で高信頼性を有しながら半導体装置の省電力化を積極的に図ることを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するため、本発明は、半導体装置を、機能素子が発する熱エネルギーを熱電変換し、変換された電気エネルギーを電源に帰還させる構成とする。

【0011】具体的に、本発明に係る半導体装置は、電気エネルギー供給手段から電気エネルギーを受けることにより所望の機能を達成する電子機能素子を含む機能手段と、機能手段が発する熱エネルギーを電気エネルギーに変換する熱電変換手段と、変換した電気エネルギーを回収し、回収した電気エネルギーを電力エネルギー供給手段に帰還させる電気エネルギー回収手段とを備えている。

【0012】本発明の半導体装置によると、熱電変換手段が発する熱エネルギーを消費するのではなく、機能手段が発する熱エネルギーを電気エネルギーに変換し、変換した電気エネルギーを電気エネルギー供給手段に戻すため、エネルギーの負帰還制御が働くので、装置全体としての電力消費を安定して抑制することができる。また、熱電変換手段に熱電変換素子を用いれば、小型、無騒音及び高信頼性を得ることができる。

【0013】本発明の半導体装置において、熱電変換手段が機能手段と密着するように設けられていることが好ましい。このようにすると、機能手段から熱電変換手段への熱の伝達効率が良くなるため、電気エネルギーの回収効率を向上することができる。

【0014】本発明の半導体装置において、電子機能素子が半導体集積回路素子であることが好ましい。このようにすると、半導体集積回路素子は電子デバイスの中でも特に単位体積当たりの消費電力が多いこと、比較的平板な形状をしており熱電変換手段との熱伝達が行なわれやすいこと、また、半導体集積回路素子は電力供給手段と同一の基盤上に配置して使用する場合が多いことから、効率的且つ有意義なエネルギー回収を実現できる。

【0015】本発明の半導体装置において、電子機能素子が半導体発光素子であることが好ましい。このようにすると、半導体発光素子は電子デバイスの中でも特に単位体積当たりの発熱量が多いこと、半導体集積回路素子は電力供給手段と同一の基盤上に配置して使用する場合が多いこと等から、効率的且つ有意義なエネルギー回収を実現できる。

【0016】本発明の半導体装置において、熱電変換手段がゼーベック素子からなることが好ましい。このよう

にすると、高い熱電変換効率を容易に実現できる。

【0017】この場合に、ゼーベック素子が、ビスマス、鉛又はテルルを含む半導体からなることが好ましい。このようにすると、ビスマステルル系の半導体、又は鉛テルル系の半導体は、室温付近におけるゼーベック係数及び熱電性能指数が特に高いため、高効率の熱電変換を容易に且つ確実に行なえる。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明の一実施形態について図面を参照しながら説明する。

【0019】図1は本発明の一実施形態に係る半導体装置を概念的に表わしている。図1に示すように、本実施形態に係る半導体装置10は、電子デバイス20と、電気エネルギー供給手段としての電源31及び電気エネルギー回収手段としての電子部品32を含む電子回路30とから構成されている。

【0020】電子デバイス20は、電子回路30から供給される電力又は電気信号により所定の機能を達成する機能手段としての電子機能素子21と該電子機能素子21と密着して設けられ、電子機能素子21が発する熱エネルギーを電気エネルギーに変換する熱電変換手段としての熱電変換素子22とを含んでいる。ここで、機能手段は、電子機能素子21を少なくとも1つ含んでいれば良く、他の半導体素子を含んでも良い。

【0021】また、電子部品32は、抵抗、キャパシタ、半導体素子又はトランス等を含んでいる。

【0022】通常、電子機能素子21は、電源31から電力の供給を受けて動作し、受けた電気エネルギーを消費して発熱する。

【0023】本実施形態においては、電子機能素子21が発する熱エネルギーは熱電変換素子22に伝達され、該熱電変換素子22は伝達された熱エネルギーを電気エネルギーに変換して電力として電子回路30の電子部品32に帰還させる。帰還された電気エネルギーを有効利用するには、電子部品32を例えばキャパシタとすれば、回収した電力をいったんキャパシタに充電すれば良い。あるいは、電子部品32を整流回路を介して二次直流電源として動作するように構成することも好ましい。さらには、小型の二次電池を搭載してこれに回収電力を蓄電し、蓄電した二次電池を待機電力供給用の予備電源等として活用するのも有効である。

【0024】このような電力のフィードバックループによって、半導体装置10の全体で消費される電力を抑制できる。仮に、電子機能素子21の電力消費量が増加して電源31からの電力の供給が増えたとしても、同時に発熱量が増加して熱電変換素子22が回収する電力も増えるため、エネルギー面で負帰還制御が働くので、安定した電力抑制を実現できる。

【0025】電子デバイス20のエネルギー回収効率

は、電子機能素子21から熱電変換素子22に対して伝

達される熱の損失量をいかにして低減するかに依存する。従って、熱伝達効率を上げるためには、電子機能素子21と熱電変換素子22とが密着するか又は一体となるようにパッケージングされていることが好ましい。

【0026】ここで、電子機能素子21としては、単位体積又は単位面積当たりの発熱量が大きく、形状が板状で且つ熱電変換素子22と密着しやすく、パッケージングも可能な半導体集積回路、又は発光ダイオード素子や半導体レーザ素子からなる半導体発光素子が有効である。

【0027】図2は本実施形態に係る電子デバイスの一例であって、パッケージにより一体に封止された半導体装置の断面構成を示している。図2に示す電子デバイス50は、ダイパッドを兼ねる熱電変換素子51と、該熱電変換素子51の上に密着して保持された半導体集積回路素子を含む半導体チップ52とから構成されている。ここでは、電源である電気エネルギー供給手段と電気エネルギー回収手段とが別体として構成されているものとする。

【0028】半導体チップ52上の集積回路素子は、第1のリードフレーム54Aからリードワイヤ53を介して電気信号が入力される。ダイパッド上の熱電変換素子51は、半導体チップ52が発する熱エネルギーを電気エネルギーに変換し、リードワイヤ53を介して第2のリードフレーム54Bに電気信号として出力する。このようにして、第2のリードフレーム54Bから、半導体チップ52が発する熱エネルギーが変換された電気エネルギーを回収することができる。

【0029】熱電変換素子51、半導体チップ52、リードワイヤ53並びに第1のリードフレーム54A及び第2のリードフレーム54Bにおける半導体チップ52側の端部は樹脂封止パッケージ55により一体に封止されている。ここでは、ダイパッドを兼ねる熱電変換素子51における半導体チップ52の保持面と反対側の面（底面）は樹脂封止パッケージ55から露出するように封止されている。

【0030】熱電変換素子51には、ゼーベック素子を用いることが好ましい。ゼーベック素子は、前述したように、2種類以上の導体又は半導体の接点間の温度差によってキャリア（電子又は正孔）に濃度勾配が誘起されて、その結果、接点間に電位差が生じるという電子物性を利用しており、小型で且つ極めて高い熱電変換効率を有している。

【0031】図3（a）は本実施形態に係るゼーベック素子の断面構成を示している。図3（a）に示すゼーベック素子51Aは、基本的な構造であって、高温側電極61Aと低温側電極62Aとの間に複数の熱電変換材63Aが並列に接続されて構成されている。高温側電極61Aを例えば半導体チップ52の下面と密着させておく。半導体集積回路素子から放出された熱により高温側

電極61Aが温められて、低温側電極62Aとの間に温度差を生じる。

【0032】熱電変換材63Aの内部では、生じた温度勾配に応じてキャリアが高温側から低温側に拡散して平衡状態に達することにより、高温側電極61Aと低温側電極62Aとの間に起電力が発生する。この起電力による電気エネルギーを外部に取り出すことによって、外部に設けられた電源に電力のフィードバックを行なう構成である。

10 【0033】図3（a）に示すように、ゼーベック素子51Aは板状を有しており、高温側電極61Aと半導体チップ52とを互いに密着させて熱伝達効率を上げることが容易である。なお、図3（a）に示すように、複数の熱電変換材63Aが互いに間隔をおいて配置されており、高温側電極61Aと低温側電極62Aとの間に熱電変換材63Aを配置する割合は、熱電変換材63Aの熱伝導率又は所望の起電力の大きさ等を考慮して最適となるように設計するとよい。

【0034】図3（b）は本実施形態の一変形例に係るゼーベック素子の断面構成を示している。図3（b）に示すゼーベック素子51Bは、高温側電極61Bと低温側電極62Bとがそれぞれ所定の周期で分割されてなり、高温側電極61B→P型熱電半導体63B→低温側電極62B→N型熱電半導体63C→高温側電極61Bとこの順を繰返すように直列に接続されている。キャリアは種類に依らず高温側から低温側に拡散して平衡状態となるため、P型熱電半導体63Bは低温側電極62B側が高電位となり、N型熱電半導体63Cは高温側電極61B側が高電位となる。図3（b）においては、図の右側から左側へいくに連れて一様に電位が上昇していく。高温側電極61B→P型熱電半導体63B→低温側電極62B→N型熱電半導体63C→高温側電極61Bからなる一周期が生み出す起電力は小さくても、これを何重にも直列に接続することにより、大きな起電力として出力することができる。

【0035】本実施形態において、ゼーベック素子51A、51Bを構成する熱電変換材63A、P型熱電半導体63B及びN型熱電半導体63Cとして有望な材料は、ビスマステルル（BiTe）系半導体又は鉛テルル（PbTe）系半導体である。

【0036】BiTe系又はPbTe系の半導体材料は、半導体装置が標準的に用いられる室温付近におけるゼーベック係数（単位温度差に対して発生する起電力の大きさを表わす物性定数）が大きい上に、熱伝導率が速速に小さいため、熱を放熱しにくいので、高効率の熱電変換ができるという優れた特性を持つ。

【0037】以下、本実施形態に係る半導体装置の具体的なエネルギー回収効率について説明する。機能手段及び熱電変換手段は図2に示す半導体装置とし、熱電変換手段は図3（a）に示すゼーベック素子51Aとする。

【0038】熱電変換材63AはBiTe系半導体に属するP型のSe添加(Bi, Sb); Te₂からなる熱電半導体を用いる。ここでは、半導体チップ52のチップ面積を例えば2.94cm²とする。

【0039】半導体チップ52に形成されている半導体集積回路素子の電力消費によってゼーベック素子51Aの高温側電極61Aと低温側電極62Aとの間に生じる温度差は、樹脂封止パッケージ55を含めた電子デバイス50全体の熱抵抗の大きさによって決まる。ここで、ゼーベック素子51Aが電子デバイス50の20%の容

積を占めると、熱電半導体の熱伝導率等からゼーベック素子51A本体の熱抵抗は8.0℃/Wとなる。*

$$\Delta T = 7.1 \times P_{in}$$

ゼーベック素子51Aは、式(1)に示す温度差ΔTに比例した起電力V_{out}(V)を発生させる。その比例係数がいわゆるゼーベック係数であり、室温付近におけるSe添加(Bi, Sb); Te₂のゼーベック係数は※

$$V_{out} = 2.1 \times 10^{-4} \times \Delta T$$

ゼーベック素子51Aから取り出される出力電力P_{out}(W)は、起電力V_{out}の二乗に比例し、ゼーベック素子51Aの電気抵抗に反比例する。ゼーベック素子51Aの電気抵抗は、Se添加(Bi, Sb); Te₂からなる熱電半導体の電気抵抗率及び占有面積等から10⁻⁴★

$$P_{out} = k \times V_{out}^2 \times 10^4$$

ここで、kは、ゼーベック素子51Aが電力を帰還する対象とする外部の電子部品(電気エネルギー回収手段)32のインピーダンスとゼーベック素子51A本体の電気抵抗との大小関係で決まる回路パラメータである。☆

$$P_{out} = 0.5 \times (2.1 \times 10^{-4} \times 7.1 \times P_{in})^2 \times 10^4$$

$$= 1.1 \times 10^{-4} \times P_{in}^2$$

$$n = P_{out} / P_{in} \times 100 = 1.1 \times P_{in}$$

となる。

【0047】近年、急速に高速化及び高集積化が進む半導体集積回路素子の消費電力は10Wクラスにも達し、パソコン用のマイクロプロセッサにおいては40Wにも及ぶ。

【0048】式(4)及び式(5)から分かるように、入力電力P_{in}が10Wの場合には、出力電力P_{out}が1.1Wとなり、このときのエネルギー回収効率ηは11%となる。また、入力電力P_{in}が40Wの場合には、出力電力P_{out}が18Wとなり、このときのエネルギー回収率は44%となって、消費電力が大きい程より大きなエネルギー回収効果が得られることが分かる。

【0049】

【発明の効果】本発明に係る半導体装置によると、熱電変換手段が電気エネルギーを消費することなく、機能手段が発する熱エネルギーを電気エネルギーに変換し、変換した電気エネルギーを電気エネルギー供給手段に戻すため、エネルギーの負荷制御が働くので、装置の電力消費を安定して抑制できる。また、熱電変換手段に熱電

*【0040】一方、電子デバイス50の残りの80%を占める樹脂封止パッケージ55の熱抵抗は、典型的な樹脂封止パッケージの場合で65℃/Wと見積もることができる。

【0041】電子デバイス50の熱抵抗は、ゼーベック素子51A本体の熱抵抗と樹脂封止パッケージ55の熱抵抗の並列抵抗に相当するため、約7.1℃/Wとなる。これにより、半導体チップ52上の半導体集積回路素子に入力される入力電力P_{in}(W)とゼーベック素子51Aの両端に生じる温度差ΔT(℃)との間には、次の式(1)に示す関係が成り立つ。

【0042】

$$\dots (1)$$

※2.1×10⁻⁴(V/℃)と高い。この関係をまとめると、式(2)のように表わされる。

【0043】

$$\dots (2)$$

★(Ω)と求められる。

【0044】従って、出力電力P_{out}は、式(3)となる。

【0045】

$$\dots (3)$$

☆【0046】式(1)～式(3)をまとめると、入力電力P_{in}と出力電力P_{out}との関係、及びエネルギー回収効率η=P_{out}/P_{in}×100(%)が求められる。ここで、k=0.5となるシステムを考えると、

$$\dots (4)$$

$$\dots (5)$$

変換素子を用いれば、小型、無騒音及び高信頼性を得ることができるので、半導体装置の省電力化に積極的に寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る半導体装置を概念的に表わした機能ブロック図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る半導体装置における電子デバイスを示す構成断面図である。

【図3】(a)は本発明の一実施形態に係る半導体装置に用いるゼーベック素子を示す構成断面図である。

(b)は本発明の一実施形態の一変形例に係る半導体装置に用いるゼーベック素子を示す構成断面図である。

【符号の説明】

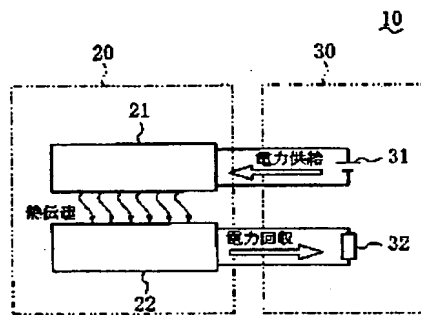
- 10 半導体装置
- 20 電子デバイス
- 21 電子機能素子(機能手段)
- 22 熱電変換素子(熱電変換手段)
- 30 電子回路
- 31 電源(電気エネルギー供給手段)

- 32 電子部品（電気エネルギー回収手段）
 50 電子デバイス（半導体装置）
 51 熱電変換素子
 52 半導体チップ
 53 リードワイヤ
 54A 第1のリードフレーム
 54B 第2のリードフレーム
 55 樹脂封止パッケージ
 51A ゼーベック素子

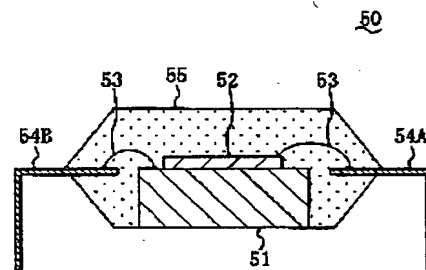
- * 51B ゼーベック素子
 61A 高温側電極
 62A 低温側電極
 63A 熱電変換材
 61B 高温側電極
 62B 低温側電極
 63B P型熱電半導体
 63C N型熱電半導体

*

【図1】



【図2】



【図3】

